温湿度对番茄刺皮瘿螨实验种群的影响

许 翔[1,2],李琳一[2],王冬生[2,*],洪晓月[1,*],吴 娟[2],袁永达[2],谢显传[2]

(1.南京农业大学植物保护学院,南京 210095;2.上海市农业科学院植物保护研究所,上海市设施园艺技术重点实验室,上海 201106)

摘要:在同一湿度(53% RH)不同温度(14℃、17℃、20℃、23℃、26℃、29℃、32℃、35℃)及同一温度(26℃)不同湿度(30% RH、53% RH、75.5% RH、85% RH、92.5% RH、100% RH)组合条件下,测定了温湿度对番茄刺皮瘿螨 *Aculops lycopersici* (Massee)生长发育及繁殖的影响。结果表明,温、湿度对该螨存活率有明显影响,以 23℃(53% RH)和 75.5%RH(26℃)条件下最高,分别为 89.9%和 87.1%;其发育历期较短,在 14~35℃和 30%~100%RH 范围内,历期随温度升高而缩短,随湿度升高而延长;番茄刺皮瘿螨的发育起点温度较高,卵、若螨和整个世代的发育起点温度分别为 10.51、9.02 和 9.15℃。完成一代需要 105.56 日·度。温湿度对番茄刺皮瘿螨的繁殖力有明显影响,产卵期随温度升高而缩短,随湿度升高而延长;产卵量在 26℃(53%RH)和 53%RH(26℃)下最高,每头雌虫产卵分别为 44.3 粒和 42.2 粒;26℃(53%RH)和 53%RH(26℃)条件下种群的内禀增长率最高,分别为 0.2645 和 0.2669。结果表明,适宜的温湿度条件为温度 26~29℃、相对湿度 53%~75%。

关键词:番茄刺皮瘿螨;发育历期;繁殖力;发育起点温度;内禀增长率

中图分类号:Q968 **文献标识码**:A **文章编号**:0454-6296(2006)05-0816-06

Effect of temperature and relative humidity on development and reproduction of the tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Massee) (Acarina, Eriophyidae)

XU Xiang[1,2], LI Lin-Yi[2], WANG Dong-Sheng[2,*], HONG Xiao-Yue[1,*], WU Juan[2], YUAN Yong-Da[2], XIE Xian-Chuan[2] (1. Department of Entomology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Shanghai Key Laboratory of Protected Horticultural Technology, Plant Protection Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201106, China)

Abstract: The effect of constant temperature and relative humidity on the development and reproduction of the tomato russet mite (TRM), *Aculops lycopersici* (Massee) was investigated. The results showed that the survival rate of TRM were highly effected by rearing temperature and relative humidity, the highest was 89.9% at 23℃ (53%RH) and 87.1% at 75.5% RH (26℃). The developmental duration of TRM decreased as rearing temperature increased from 14℃ to 35℃, and increased as relative humidity increased from 30% to 100%. The developmental zero of egg, nymph and from egg to adult of TRM were 10.51℃, 9.02℃, and 9.15℃, respectively. A total of 105.56 degree-days above a developmental zero of 9.15℃ were required to complete development from egg to adult emergence. The obvious effect of temperature and humidity on the reproductive rate of TRM was observed. It was found that the duration of oviposition decreased with increasing temperature and increased with increasing humidity. Fecundity was highest at 26℃ (53%RH) and 53%RH (26℃) with 44.3 eggs and 42.2 eggs laid per female, respectively. The highest intrinsic rate of natural increase was observed at 26℃ (53%RH) and 53%RH (26℃) as 0.2645 and 0.2669, respectively. The results showed that the optimal temperature interval for its development should be within 26 - 29℃ and the optimal humidity interval be within 53% - 75%RH.

Key words: *Aculops lycopersici*; developmental duration; reproductive rate; zero development; intrinsic rate of natural increase

基金项目:上海市科委重点基础研究项目(05JC14085);上海市重大科技攻关项目(03DZ19320);国家'863'资助项目(2003AA209070)

作者简介:许翔,男,1972 年生,江苏人,硕士研究生,研究方向为植物检疫,E-mail:xxang@126.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail:zb3@saas.sh.cn;xyhong@njau.edu.cn

收稿日期 Received:2005-11-28;接受日期 Accepted:2006-05-30

番茄刺皮瘿螨 *Aculops lycopersici*（Massee）属节肢动物门、蛛形纲、蜱螨亚纲、瘿螨科、刺皮瘿螨属。最早描述于澳大利亚，现已经成为一种世界性害虫（Bailey and Keifer，1943；Perring and Farrar，1986；Haque and Kawai，2003），主要危害茄科植物（Jeppson *et al*.，1975；Perring and Farrar，1986）。成若螨通过吸取叶片、茎和果细胞液侵害植物。被害植物叶片表面常略带红色，初呈油污状，后成烫金或赤褐色状。茎的颜色变成油状青铜色或褐色。被害果呈青铜色，僵化，常纵向裂开。据文献报道，该螨危害可造成番茄 65% 的产量损失（Oliveira *et al*.，1982），甚至导致植株死亡；我国于 1983 年由南京农业大学匡海源首次报道发现于南宁（匡海源，1983）。上海从 1995 年开始引进国外现代化的温室进行蔬菜生产，1997 年发现该螨危害温室番茄（匡开源等，2000），而且呈逐年上升趋势。2004 年该螨害在一些园艺场暴发成灾，在不到 3 周的时间内就迫使番茄提前拉秧。调查发现 70% 以上面积的夏番茄上有番茄刺皮瘿螨的发生，其中不少已倒棚，严重地影响了上海的蔬菜生产和供应，对未来设施栽培带来了不容忽视的威胁。但国内对该螨的生物学和生态学缺少研究和报道。国外研究初步表明环境因子温度、湿度、寄主等对番茄刺皮瘿螨生长发育和发生危害有不同程度影响（Leite *et al*.，1999；Leite *et al*.，2003；Haque and Kawai，2003）。但这些研究因子单一，或存在明显缺陷，系统性不够。另外研究结果尚存在争议，如 Rice 和 Strong（1962）认为番茄刺皮瘿螨在高温（32℃）条件下，低湿度是种群延续的必要条件，而 Planes（1941）研究结果认为高湿条件更有利于该螨种群增长；Rice 和 Strong（1962）研究认为番茄刺皮瘿螨种群生长最适条件是 26.7℃和 30%相对湿度，而 Tsalev（1967）研究结论认为在 15 ~ 24℃较冷条件和 70% ~ 80%相对湿度条件下，种群才会快速发展。关于生命周期，Tsalev（1967）认为 15 ~ 24℃条件下发展一代需 15 ~ 18 天，而 Rice 和 Strong（1962）认为在最适条件下（21℃，30% RH）繁殖一代是 6.5 天。总之，有关番茄刺皮瘿螨基本生物学的研究不足，尤其是对我国该螨种群的研究尚属空白。为了认识番茄刺皮瘿螨的危害，明确我国种群的特征，摸清其发生规律，有效地对其发生与危害进行管理，我们开展了该螨的分子生态和实验生态学研究。本文报道了温、湿度因子对番茄刺皮瘿螨生长发育和繁殖的影响。

1　材料与方法

1.1　供试材料

实验虫源采自上海市松江区现代农业园区五库示范基地番茄苗上。饲养控温设备为 ZRX-258DF 型光照培养箱，温度灵敏度 ±0.5℃。

1.2　湿度控制

采用饱和盐溶液法控制湿度，分别采用无水 $CaCl_2$、$Mg(NO_3)6H_2O$、NaCl、KCl、KNO_3 和 H_2O 控制相对湿度在 30%、53.0%、75.5%、85.0%、92.5%、100%。实验前两天取控湿试剂配成饱和溶液置于塑料密封盒（45 cm × 20 cm × 15 cm）内，作为湿度控制器，将其置于 26℃恒温培养箱内。

1.3　生长发育观察

饲养小室设计：取两块有机玻璃板（7 cm × 4 cm × 0.5 cm），在其中一块中央钻 0.8 cm 孔。取一新鲜番茄叶片平铺在 0.3 cm 厚面巾纸上，面巾纸吸足水以保番茄叶片新鲜，再用上面两块有机玻璃夹在一起，带孔洞有机玻璃板置于番茄叶片一面，两端用橡皮圈固定。

在小室内接入 1 头雌成螨，让其产卵，第 2 天挑除雌成螨及其余卵，只留 1 粒卵，随即置于同一湿度（53% RH）不同温度（14℃，17℃，20℃，23℃，26℃，29℃，32℃和 35℃），和同一温度（26℃）不同湿度（30% RH，53% RH，75.5% RH，85% RH，92.5% RH 和 100% RH）的人工气候培养箱中饲养，一旦发现叶片发黄，立即更换番茄叶片。实验选用 L∶D = 16∶8 的光照周期，每处理供试卵数为 40 粒。每日 8：00 时、20：00 时观察记载瘿螨的存活与发育情况。

1.4　不同温湿度对繁殖的影响

在每一饲养小室内接入 3 头处于第二若螨期若螨，第 2 天挑除 2 头，只留 1 头未受伤的健康瘿螨，置于同一湿度（53% RH）不同温度（14℃，17℃，20℃，23℃，26℃，29℃，32℃和 35℃），和同一温度（26℃）不同湿度（30% RH，53% RH，75.5% RH，85% RH，92.5% RH 和 100% RH）的人工气候培养箱中饲养，一旦发现叶片发黄，立即更换番茄叶片。实验选用 L∶D = 16∶8 的光照周期，每处理供试总数为 40 头。2 天 1 次观察记载产卵数并挑除所产卵。

1.5　数据处理

数据分析采用了 DPS 软件数据处理系统。发育历期等的差异显著性分析采用了 Duncan 新复极差法。曲线拟合采用了 Marquardt 法。发育起点温

度和有效积温计算采用了“最小二乘法”法。内禀增长率等生命参数按丁岩钦(1994)方法计算。

2 结果与分析

2.1 温湿度对番茄刺皮瘿螨发育历期和存活率的影响

2.1.1 温度对番茄刺皮瘿螨发育历期和存活率的影响：53% RH 条件下不同温度处理对番茄刺皮瘿螨不同发育阶段的平均发育历期影响见表 1。在 14℃ ~ 35℃的温度范围内,卵期和整个世代历期随温度升高而缩短;在 20℃ ~ 29℃温度范围内,若螨期也随温度升高而缩短,但在 29 ~ 35℃时,若螨期则随温度升高而延长。统计分析结果表明,对于卵期和若螨期,在 29 ~ 35℃之间历期差异不显著,在 14 ~ 26℃时差异显著,说明当温度超过 29℃时,温度变化对发育历期的影响开始减弱;对于全世代历期,在 20 ~ 26℃条件下差异显著,低温处理(14℃、17℃)和高温处理(29 ~ 35℃)之间差异不显著。

表 1 不同温度下番茄刺皮瘿螨的发育历期和存活率(53% RH)

Table 1 Developmental duration and the survival rate of the tomato russet mite at different temperatures (53% RH)

温度 Temperature (℃)	发育历期 Developmental duration (d)			存活率 Survival rate (%)		
	卵期 Egg	若螨期 Nymph	世代历期 Egg to adult	卵期 Egg	若螨期 Nymph	全世代 Egg to adult
14	8.06 ± 0.22(38) Aa	8.11 ± 0.26(24) Aa	16.17 ± 0.3(24) Aa	94.8	80.7	76.5
17	7.45 ± 0.26(33) Bb	7.39 ± 0.34(23) Bb	15.84 ± 0.35(23) Aa	92.3	83.1	76.7
20	4.93 ± 0.17(30) Cc	5.4 ± 0.16(22) Cc	10.33 ± 0.17(22) Bb	94.5	85.7	81.0
23	3.48 ± 0.10(34) Dd	4.75 ± 0.23(30) Dd	8.23 ± 0.08(30) Cc	98.1	91.6	89.9
26	2.83 ± 0.08(36) Ee	2.96 ± 0.18(31) Ee	5.79 ± 0.14(31) Dd	96.9	89.4	86.6
29	2.48 ± 0.08(37) Fe	2.42 ± 0.13(21) Fe	4.90 ± 0.14(21) Ee	93.4	61.2	57.2
32	1.94 ± 0.73(36) Gf	2.59 ± 0.16(16) Fde	4.53 ± 0.23(16) Ee	94.2	48.5	45.7
35	1.73 ± 0.08(34) Gf	2.77 ± 0.16(24) Fde	4.50 ± 0.16(24) Ee	95.6	45.3	43.3

注 Notes:表中数据为均值 ± 标准误,不同字母表示差异显著,小写字母为 $P < 0.05$,大写字母为 $P < 0.01$;括号内的数字代表样本数;下表同。Data are given as mean ± *SE* (number in parenthesis indicates sample size) and those followed by different letters differ significantly at $P < 0.05$ (small letters) and $P < 0.01$ (capital letters), respectively. The same for the following tables.

利用 DPS 数据处理平台,对发育历期和温度的关系进行拟合,结果表明温度(T)与番茄刺皮瘿螨各虫态的发育速率(V)的关系符合 Logistic 模型:$V = a/(1 + \exp(b + cT))$,其有关参数见表 2。

表 2 番茄刺皮瘿螨不同发育阶段的发育速率与温度的关系模型参数

Table 2 Parameters of the relationship model between the developmental rate of the tomato russet mite and temperature

发育阶段 Developmental stage	a	b	c	r^2	F	P
卵期 Egg	0.8575	3.6514	0.1253	0.9927	342.3925	0.001
若螨期 Nymph	0.4224	4.1148	0.1997	0.9054	23.9228	0.005
全世代 Egg to adult	0.2565	3.9943	0.1773	0.9793	118.3189	0.001

温度对番茄刺皮瘿螨存活率的影响结果见表 1。在 14 ~ 35℃范围内,温度对卵孵化率的影响不显著,但对若螨的存活率影响较大。在 20 ~ 26℃下,若螨存活率较高,以 23℃时存活率为最高,达 91.6%。当温度高于或低于 23℃时,存活率随温度变化而下降,35℃时最低,仅 45.3%。

2.1.2 湿度对番茄刺皮瘿螨发育历期和存活率的影响：26℃条件下不同湿度处理对发育历期影响的结果见表 3。在 RH 30% ~ 100% 范围内,发育历期随湿度升高而延长。这种变化在 RH 30% ~ 75% 条件下比较明显,但高于 85% RH 时,则差异不显著。低湿度有利于螨的发育,而高湿则阻碍发育。在 30% RH 条件下发育历期显著小于其它湿度条件下的测定值,完成一代约需 4.91 天,而在 100% RH 条件下完成一代约需 6.50 天。湿度(RH)与番茄刺皮瘿螨各虫态的发育速率(V)的关系可表示为:$V_{卵} = 0.4387 - 0.1397RH$,$r = 0.9696$;$V_{若螨} = 0.4449 - 0.1310RH$,$r = 0.9476$;$V_{全世代} = 0.2207 - 0.06783RH$,$r = 0.9663$。

湿度对存活率的影响见表 3。在 RH 30% ~ 100% 范围内,湿度对卵孵化率影响不是十分显著,在 53% ~ 85% 条件下卵孵化率较高。但湿度对若螨的存活率影响显著。在 75% RH 条件下若螨的存活率最高,为 87.1%。高湿和低湿都不利于若螨的存活,特别是高湿条件对若螨的存活率影响大,100% RH 时存活率仅为 72.7%。

表 3　不同湿度下番茄刺皮瘿螨发育历期和存活率(26℃)

Table 3　Developmental duration and the survival rate of the tomato russet mite at different relative humidity (26℃)

相对湿度(%) Relative humidity	发育历期 Developmental duration (d)			存活率 Survival rate (%)		
	卵期 Egg	若螨期 Nymph	全世代 Egg to adult	卵 Egg	若螨期 Nymph	全世代 Egg to adult
30.0	2.50 ± 0.14(31) Aa	2.41 ± 0.12(22) Aa	4.91 ± 0.17(22) Aa	91.3	84.6	74.2
53.0	2.82 ± 0.10(35) ABab	2.77 ± 0.11(27) ABb	5.59 ± 0.13(27) Bb	96.6	89.5	86.5
75.5	2.91 ± 0.09(30) ABbc	2.89 ± 0.07(23) Bbc	5.79 ± 0.08(23) BCbc	96.2	90.5	87.1
85.0	3.12 ± 0.11(32) BCbcd	2.96 ± 0.09(20) Bbc	6.09 ± 0.15(20) CDcd	91.4	89.6	81.9
92.5	3.24 ± 0.11(36) BCcd	3.10 ± 0.10(24) Bc	6.33 ± 0.12(24) Dd	92.3	83.4	77.0
100	3.37 ± 0.10(33) Cd	3.15 ± 0.14(21) Bc	6.50 ± 0.20(21) Dd	89.2	81.5	72.7

2.2　番茄刺皮瘿螨的发育起点温度与有效积温

根据有效积温公式，求得番茄刺皮瘿螨不同发育阶段的有效积温和发育起点温度。卵期、若螨期的发育起点温度分别为 10.51℃和 9.02℃，有效积温依次为 43.06 日·度、57.52 日·度，全世代发育起点温度和有效积温分别为 9.15℃和 105.56 日·度。

2.3　温湿度对成虫产卵期及产卵量的影响

2.3.1　温度对成虫产卵期及产卵量的影响：番茄刺皮瘿螨成虫的产卵期随着温度的升高而表现逐渐缩短的趋势(表 4)，如在 14℃与 17℃时产卵期分别为 31.8 天和 29.4 天，32℃与 35℃时产卵期明显缩短，在 35℃时最短，仅 11.8d。产卵期(Y)与温度(T)呈直线关系，其表达式为 $Y = -1.0274T + 47.508$，$R^2 = 0.9676$。

温度对产卵量有明显影响，高温与低温条件下雌螨产卵很少，26℃时产卵量最高，平均达 44.3 粒/雌，其次为 23℃和 29℃，分别为 38.3 粒/雌 和 35.6 粒/雌。35℃时产卵量最低，为 16.4 粒/雌。

表 4　不同温度下番茄刺皮瘿螨的产卵期与卵量(53% RH)

Table 4　Fecundity and the duration of oviposition of the tomato russet mite at different temperatures (53% RH)

温度(℃) Temperature	产卵期(d) Duration of oviposition	产卵量(粒) Fecundity (eggs)
14	31.8 ± 3.18((23)) A a	18.8 ± 4.51(29) Ed
17	29.4 ± 1.93(24) ABab	19.2 ± 0.82(26) Ed
20	28.0 ± 1.04(20) ABb	26.5 ± 1.21(20) Dc
23	26.7 ± 0.65(26) Bb	38.3 ± 1.11(26) ABb
26	20.4 ± 0.73(25) Cc	44.3 ± 1.18(23) Aa
29	17.3 ± 0.65(25) CDc	35.6 ± 1.25(25) BCb
32	13.3 ± 0.75(20) DEd	29.3 ± 5.11(29) CDc
35	11.8 ± 0.69(21) Ed	16.4 ± 2.75(25) Ed

2.3.2　湿度对成虫产卵期及产卵量的影响：不同湿度处理的产卵期如表 5。番茄刺皮瘿螨的雌成螨产卵期呈现随着湿度升高而延长的趋势，100% RH 条件下产卵期可达 26 天，而在 30% RH 条件下只有 18.1 天。但不同湿度下产卵期的差异不是十分显著，除非湿度差异较大。成虫产卵期(Y)与湿度(X)的关系可用下面的直线方程来拟合：$Y = 0.098X + 12.563$，R2 = 0.927。

表 5　不同湿度对产卵量与产卵期影响(26℃)

Table 5　Fecundity and duration of oviposition of the tomato russet mite at different relative humidity (26℃)

相对湿度(%) Relative humidity	产卵期(d) Duration of oviposition	产卵量(粒) Fecundity (eggs)
30.0	18.1 ± 1.20(18) Bb	31.5 ± 1.39(18) Cc
53.0	21.9 ± 1.40(20) ABab	42.2 ± 1.41(20) Aa
75.5	22.3 ± 1.21(23) ABa	40.6 ± 1.03(23) ABa
85.0	23.7 ± 1.26(20) ABa	36.5 ± 1.05(20) Bb
92.5	24.4 ± 1.57(18) Aa	26.5 ± 1.07(18) Dd
100.0	26.0 ± 1.88(16) Aa	24.6 ± 1.29(16) Dd

雌螨在 53% RH 条件下产卵量(表 5)最大，平均为 42.2 粒/雌。相对湿度超过 90%，雌螨产卵显著减少，100% RH 时仅产卵 24.6 粒。RH 30% ~ 85% 范围内的产卵量虽有不同，但比较接近。在 RH 53% ~ 75% 的湿度条件下比较适合该螨的产卵。

2.4　不同温湿度处理的种群生命参数

2.4.1　不同温度处理的种群生命参数：不同温度下番茄刺皮瘿螨种群生命表的重要参数如表 6 所示，种群平均周期与种群加倍时间随温度升高而逐渐下降。在 5 种温度条件下的净生殖率以 26℃最高，为 37.45，其次是 23℃为 32.31；内禀增长率以 26℃最高，为 0.2645，其次是 29℃和 32℃，分别为 0.2477 和 0.2388(表 6)。

2.4.2　不同湿度处理下的种群生命参数：不同湿度条件下内禀增长率及相关参数值如表 7 所示，世代平均周期与种群倍增所需日数有随湿度升高而延长的趋势。在 6 个湿度条件下，净生殖率以 75.5% RH 时最高，为 32.14，其次是 53% RH，为 31.87；内禀增长率以 53% RH 时最高，为 0.2969，其次为 30% RH

表 6 不同温度下番茄瘿螨生命参数(53% RH)

Table 6 Parameters of population growth of the tomato russet mite on tomato leaves at different temperature (53% RH)

温度(℃) Temperature	净增殖率 Net reproductive rate (R_0)	种群平均周期 Mean generation time (T_0)	内禀增长率 Intrinsic rate of natural increase (r_m)	种群加倍时间 Time for double population (d)
14	12.27	31.67	0.0792	8.76
17	13.80	27.43	0.0957	7.24
20	20.35	21.24	0.1419	4.89
23	32.31	21.00	0.1656	4.19
26	37.45	13.70	0.2645	2.62
29	20.06	12.11	0.2477	2.80
32	12.87	10.70	0.2388	2.91
35	6.04	9.10	0.1976	3.51

表 7 不同湿度下种群生命参数(26℃)

Table 7 Parameters of population growth of the tomato russet mite on tomato leaves at different relative humidity (26℃)

相对湿度(%) Relative humidity	净增殖率 Net Reproductive rate (R_0)	种群平均周期 Mean generation time (T_0)	内禀增长率 Intrinsic rate of natural increase (r_m)	种群加倍时间 Time for double population (d)
30.0	22.39	12.01	0.259	2.68
53.0	31.87	12.97	0.2669	2.60
75.5	32.14	14.81	0.234	2.96
85.0	26.60	15.12	0.217	3.19
92.5	17.62	17.65	0.163	4.26
100.0	15.29	17.53	0.156	4.46

时的 0.259,最小为 100% RH 时的 0.156。

3 讨论

螨类的发生和种群的消长受多种因素影响。一是外因,主要是温、湿、光、风、种植制度等非生命因素和天敌等;另一是内因,主要是种群中各个体的存活率、发育速率、繁殖力和生理寿命(于彩虹等,2004)。其中温度是影响螨类种群消长的重要因素(李隆术和李云瑞,1988)。

番茄刺皮瘿螨虫体非常小,抗逆性较差,受环境影响较大,实验证明温度对番茄刺皮瘿螨表现出明显的影响。在 14~35℃ 范围内温度与发育历期和产卵期成负相关,温度越高发育历期和产卵期越短;26℃时产卵量最高,高温和低温都可造成番茄刺皮瘿螨繁殖量降低。内禀增长率(r_m)是反映内在因素的重要指标。通过有效积温和内禀增长率测定,表明 26~29℃ 的温度适合该螨种群发展,但比 Haque 和 Kawai(2003)的研究认为 25℃ 是该螨生长发育的最适温度高,可能是两个实验处理的相对湿度不同所致。在自然界内温度和湿度是相互影响、综合作用于昆虫的,对同一种昆虫来说,适宜的温度范围是因湿度的变动而转移的,Haque 和 Kawai(2003)实验中相对湿度是 30%,而本实验处理的相对湿度是 53%。

番茄刺皮瘿螨虫态可分为卵、幼螨、若螨和成螨(Jeppson *et al*.,1975)4 个生长阶段,由于幼螨和若螨形态相似,难以精确辨别,故实验中把幼螨期和若螨期并称为若螨期。本实验中 14~29℃ 下,该螨若螨期随温度升高而缩短,但当高于 29℃ 时若螨期反而延长,根据实验中观察,主要是静止期延长而导致这样的结果。

Bailey 和 Keifer(1943)以及 Rice 和 Strong(1962)研究认为低湿度是种群发展必要条件,他们认为 30% RH 时种群增长最快。本研究认为,湿度与番茄刺皮瘿螨发育速度成反比,湿度越高,各虫态的历期越长;高湿和低湿都不利于该螨存活和繁殖,53% RH 时内禀增长率最高,而高湿度下种群内禀增长率很低,研究结果与 Bailey 和 Keifer(1943)以及 Rice 和 Strong(1962)基本一致,但不尽相同。产生差异的原因可能与供试番茄的品种不同有关。具体有待进一步研究。

本研究认为,番茄刺皮瘿螨适宜的温湿度条件为温度 26~29℃、相对湿度 53%~75%。但在实际

生产中，高温、干旱常有利于番茄刺皮瘿螨的发生，究其原因要考虑螨体微小的特点，寄主叶表的蒸发可满足其所要求的微湿度条件，并且番茄刺皮瘿螨是刺吸式口器昆虫，可以通过吸食水分来补充失水。

根据番茄刺皮瘿螨生长发育特点，在生产上可以考虑通过创造不利于种群发育的小气候条件来控制其发展。Holdaway（1941）认为干旱天气番茄刺皮瘿螨危害严重，他建议在番茄刺皮瘿螨发生期可增加灌溉来抑制该螨的危害。具体行之有效的操作方法有待进一步探讨。

参 考 文 献（References）

Bailey SF，Keifer HH，1943. The tomato russet mite，*Phyllocoptes destructor* Keifer：Its present status. *J. Econ. Entomol.*，36：706 – 712.

DingYQ，1994. Mathematical Ecology of Insect. Beijing：Science Press. 329 – 332.［丁岩钦，1994. 昆虫数学生态学，北京. 科学出版社. 329 – 332］

Haque MM，Kawai A，2003. Effect of temperature on development and reproduction of the tomato russe tmite，*Aculops lycopersic*（Massee）（Acari：Eriophyidae）. *Appl. Entomol. Zool.*，38（1）：97 – 101.

Holdaway FG，1941. Insects of tomatoes and their control. *Univ. Haw. Coop. Ext. Serv. Circ.*，116：1 – 8.

Jeppson LRH，Keifer HHH，Baker EB，1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press，Berkeley. 614 pp.

Kuang HY，1983. Two new species and a new record of eriophyid mites from China. *Acta Zootaxonomica Sinica*，8（4）：389 – 391.［匡海源，1983. 中国瘿螨两新种一新记录种. 动物分类学报，8（4）：389 – 391］

Kuang KY，Wang DS，Yuan YD，Zhang FQ，Wu SC，Zhu ZY，2000. Study on occurences and integrated control technique of important tomato insect pests and diseases in modern greenhouse. *Acta Agriculturae Shanghai*，16（Suppl.）：6 – 9.［匡开源，王冬生，袁永达，张繁琴，吴世昌，朱宗源，2000. 现代温室番茄主要病虫害发生与防治. 上海农业学报，16（增刊）：6 – 9］

Leite GLD，Picanco M，Guedes RNC，Zanuncio JC，1999. Influence of canopy height and fertilization levels on the resistance of *Lycopersicon hirsutum* to *Aculops lycopersici*（Acari：Eriophyidae）. *Exp. Appl. Acarol.*，23：633 – 642.

Leite GLD，Picanco M，Zanuncio JC，Marquini F，2003. Factors affecting mite herbivory on eggplants in Brazil. *Exp. Appl. Acarol.*，31：243 – 252.

Li RS，Li YR，1988. Acarology. Chongqing：Chongqing Publishing House. 429 – 432.［李隆术，李云瑞，1988. 蜱螨学. 重庆出版社. 429 – 432］

Oliveira CD，Eschiapapti D，Velho D，Sponchiado OJ，1982. Quantitative losses caused by the tomato russet mite，*Aculops lycopersici*（Massee）in field tomato crop. *Ecossistema*，7：14 – 18.

Perring TM，Farrar CA，1986. Historical perspective and current world status of the tomato russet mite（Acari：Eriophidae）. Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America，No.63. 1 – 19.

Planes S，1941. Grave Enfermedad del Tomate Producida por un Acaro del Genero Phyllocoptes. *Boletin de Patologia Vegetal*，10：148 – 156.

Rice RE，Strong FE，1962. Bionomics of the tomato russet mite，*Vasates lycopersici*（Massee）. *Ann. Entomol. Soc. Am.*，55：431 – 435.

Tang QY，Feng MG，2002. DPS Data Processing System for Practical Statistics. Beijing：Science Press. 43 – 90.［唐起义，冯明光，2002. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京：科学出版社. 43 – 90］

Tsalev M，1967. The tomato russet mite and its control. *Rastit. Zasht.*，15：17 – 18.

Yu CH，Lin RH，Li ZH，Ye BH，2004. The effect of temperature on laboratory population of pod-borer（*Maruca testulalis* Geyer）. *Acta Ecologica Sinica*，24（7）：1 561 – 1 565.［于彩虹，林荣华，李照会，叶保华，2004. 温度对豆荚野螟实验种群的影响. 生态学报，24（7）：1 561 – 1 565］

（责任编辑：袁德成）